

双眼実体顕微鏡を用いたクマムシ観察の授業実践

Report on science classes for the observation of water bears using a stereomicroscope

梶村麻紀子

KAJIMURA Makiko

(和歌山大学教育学部
生物学教室)

寺本 由

TERAMOTO Yuu

(貝塚市立第三中学校)

廣瀬 正紀

HIROSE Masaki

(和歌山大学教育学部
生物学教室)

岩田 勝哉

IWATA Katsuya

(和歌山大学教育学部
生物学教室)

古賀 庸憲

KOGA Tsunenori

(和歌山大学教育学部
生物学教室)

荒木 良一

ARAKI Ryoichi

(和歌山大学教育学部
生物学教室)

高須 英樹

TAKASU Hideki

(和歌山大学教育学部
生物学教室)

受理日 平成 30 年 1 月 27 日

抄録：新学習指導要領で身近な生き物の観察に双眼実体顕微鏡の利用が記されたことから、クマムシを観察対象として、その操作方法の習得を目的とした授業を設計した。さらに、その授業案をもとに学校現場で授業実践を行った結果を報告する。

キーワード：双眼実体顕微鏡、クマムシ、ギンゴケ、身近な生き物の観察

1. はじめに

平成 33 年度から全面実施される新学習指導要領(次期学習指導要領)¹⁾では、中学校理科の生物領域で大きな変更が行われた。現行の学習指導要領²⁾に記載されている内容(1)の「植物の生活と種類」と内容(3)の「動物の生活と生物の変遷」は、それぞれ「いろいろな生物とその共通点」および「生物の体のつくりと働き」に改訂され、植物と動物を分けずに、生物の外部形態を先に学習し、その後内部形態と働きを学ぶ流れとなった。

第一学年で取り扱う「いろいろな生物とその共通点」では、⑦生物の観察として、「校庭や学校周辺の生物の観察を行い、いろいろな生物が様々な場所で生活していることを見いだして理解するとともに、観察器具の操作、観察記録の仕方などの技術を身に付けること」とされている。また、その内容の取扱いでは、「ルーペや双眼実体顕微鏡などを用いて、外見から観察できる体のつくりを中心に扱うこと」という文言が新しく追加された。

そこで、本稿では「観察器具」を用いることで、生徒がより興味関心をもって「身近な生物」を観察する授業を提案する。具体的には第 1 学年の単元「身近な生き物の観察」において、身近な生き物である「クマムシ」を観察材料とし、「双眼実体顕微鏡」の操作を習得しながら観察を行う授業実践である。

双眼実体顕微鏡については、これまで学習指導要領の中に記載はなかったものの、現行の学習指導要領解説²⁾の内容「植物の生活と種類」と「大地の成り立ちと変化」の中で、実体顕微鏡を用いた観察についてふれられており、第一学年が使用する教科書にも双眼実体顕微鏡の取扱い方法が掲載されている。一方で、平成 29 年に行われた日本理科教育振興会によるアンケート調査³⁾では、平成 28 年度の中学校における双眼実体顕微鏡の保有台数は平均 14.2 台にとどまる(サンプル数 132 校)。文部科学省の中学校教材整備指針では、双眼実体顕微鏡の整備の目安は 1 人あたり 1 台程度(1 学級分)とされていることから、今回の学習指導要領の改訂を受けて順次整備され、それとともに授業で使用される機会も増えていくと考えられる。

双眼実体顕微鏡は数倍から40倍程度の低倍率で、一般的には試料の表面を拡大して観察する際に用いられる。生物顕微鏡とは異なり、観察像は正立で、対物レンズとステージまでの距離（作動距離）が大きく、光路が左右で異なることから試料を立体的に観察することができる。そのため、ピンセットやスポイトなどの器具を用いて観察しながら試料を操作することも可能である。

クマムシ（概ね0.1-1mm程度）は4対の肢を持つ緩歩動物門に属する小型の無脊椎動物で、極地から熱帯まで、また陸上から深海までの様々な環境に1000種以上が生息しており、その多くが土壌やコケ植物の中に見られる⁴⁾⁵⁾⁶⁾（図1）。一部のクマムシは非常に優れた乾燥耐性を持つことが知られており、周囲が乾燥すると脱水・収縮して乾眠とよばれる仮死状態に移行し、水にぬれると吸水をはじめて再び動き出す⁶⁾⁷⁾。また、乾眠状態のクマムシはさまざまな環境ストレスに対する耐性を示し、マイナス273℃の低温から100℃近くの高温まで耐えられる温度耐性を持つだけでなく、放射線や真空、高圧などにも耐えられ、「世界最強の生物」と表現されてメディアで取り上げられることも多い⁶⁾。

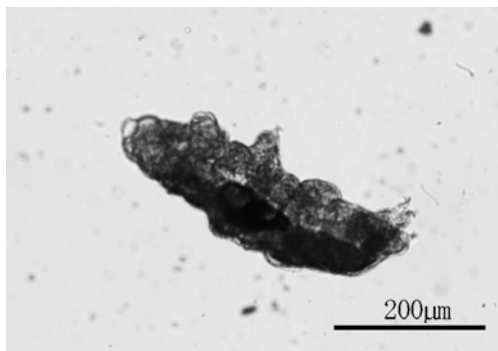


図1：クマムシ

私たちの身近な環境では、市街地のアスファルトの隙間や、道端の土の上などに生育するギンゴケ（図2）にクマムシが多くみられる。ギンゴケは、葉（茎葉体）の先に葉緑体がないため乾燥状態では白っぽく見え、他のコケと容易に識別できる。したがって、校庭や学校周辺で採集可能なクマムシを教材として扱うことは



図2：ギンゴケ

可能であり、生徒は「世界最強の生物」が身近な環境に生息していることを実感することができる。また、水域を必要としないため採集時の安全性が高いという利点もある⁸⁾。さらに、クマムシはその高い乾燥耐性から、コケを採集して乾燥した状態で長期間保存することができ、学習教材の準備の点においても扱いやすい材料である⁹⁾。

2. 授業の概要

授業では「双眼実体顕微鏡の使い方を理解し、対象を観察すること」をねらいとする。それにより観察・実験の技能の向上を目指す。

まず、双眼実体顕微鏡は生徒が初めて取り扱う観察機器であることから、その機能と操作手順を説明した後、実際に各自が操作することを通して操作方法を学び、双眼実体顕微鏡の性質について理解を深める。

次にクマムシの外部形態を観察するために、倍率の高い生物顕微鏡を用意し、生徒に特性を理解し、顕微鏡を使い分ける必要のあることに気付かせる。

観察では学習支援のためICT機器を用いた学習指導を行う。双眼実体顕微鏡に接続したプロジェクターでクマムシの観察像をスクリーンに投影し、その大きさや動きを生徒に確認させることで、生徒がクマムシを見つけやすくなるという効果が期待される。

また、対象物の大きさを実感できるように、双眼実体顕微鏡の実視野を有効に活用する。実視野は顕微鏡を覗いたときに見える円形の視野のことで、観察できる試料の範囲（直径）を示す。これは実視野（mm）＝接眼レンズの視野数／対物レンズの倍率から求められる。観察の際、実視野から推測されるクマムシの大きさを伝える。また、顕微鏡を使わず肉眼でも確認させ、顕微鏡の拡大機能を実感させる。

2. 1. 観察の手順

乾燥したギンゴケについている砂や土をピンセットや手で取り除き、手でコケをほぐす。授業の数時間から1時間前までに、ほぐしたコケを300cc程度のビーカーに4分の1程度入れ、その上から水道水を加え授業まで静置する（図3）。生徒にはこの状態で提供し、以下の手順でクマムシを取り出し観察を行うよう指示する。

1. 浮いているコケやごみをピンセットで取り除く。
2. 底にクマムシが沈んでいるため、沈殿物が巻き上がらないように上澄みを捨てる。
3. 沈殿物を含む底の水をシャーレに入れ双眼実体顕微鏡で観察する。
4. クマムシをスポイトで吸い取り、スライドガラスにのせ、生物顕微鏡で観察する。



図3：コケに水を加えた様子

2. 2. 観察内容

平成29年10月25日に貝塚市立第三中学校第1年1組(43名)の生徒を対象に授業を行った。本実践では、ニコンファーブルフォト(双眼実体顕微鏡)と島津GLB-B1500(生物顕微鏡)をプロジェクターに接続して観察像をスクリーンに拡大表示した。材料のギンゴケは中学校周辺で授業の2日前に採集したものをを用いた。

・本時の目標

双眼実体顕微鏡の使い方を理解し、対象を観察することができる【技能】

(判断基準) B…双眼実体顕微鏡を正しく扱い、観察物を試料から探すことができる。

・指導の手立て

生徒は本時で初めて双眼実体顕微鏡を使用する。そのため、双眼実体顕微鏡のピントの合わせ方、眼幅調整、視度調整について教えた後、鉛筆や消しゴムなどを実際に観察しながら練習して双眼実体顕微鏡の特徴や利点について理解を深める。次に、授業者の双眼実体顕微鏡の観察像をスクリーンに投影して、顕微鏡を通して見るクマムシの大きさやそのモソモソとした動きを全員で確認し、クマムシに興味を持たせるとともに生徒が探すときの参考にさせる。さらに、双眼実体顕微鏡下でクマムシを見つけ、ピンセットやスポイトを用いて取り出し、生物顕微鏡で観察しスケッチするといった課題にも挑戦させる(資料1)。

2. 3. 生徒の感想

授業後、生徒たちからは以下のような感想が得られた。

《関心・意欲・態度に関するもの》

・双眼実体顕微鏡でクマムシを見つけることができてよかったです。自分でクマムシを見つけた達成感がす

ごい!!

・スポイトでクマムシを取れた時は、水を取りすぎて難しいと思ったけど、顕微鏡でも見る事ができたので嬉しかった。

・紹介のときよりも、実際に見るほうがすごいなと思っていました。じっくり見れてうれしかったです。

・双眼実体顕微鏡でクマムシを見つけることはできたけれど、スポイトで取り出すときに最初は見失うこともあった。

・クマムシは身近なところにいるということが分かりました。

・双眼実体顕微鏡でもっといろんなものを見てみたいと思った。

・クマムシのほかにも生物がいて、もっと見てみたいと思った。

《技能に関するもの》

・生物顕微鏡より見やすく、使いやすかった。

・ルーペで見るより両目で見て立体的に見た方がわかりやすかった。

・とても小さかったけど、動いていたからすぐ見つけられた。

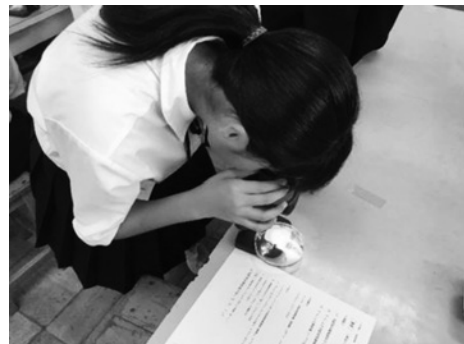


図4：授業の様子

3. まとめ

中学校理科の単元「身近な生き物の観察」の中で、双眼実体顕微鏡の操作方法の習得を授業目標として、クマムシを観察材料とした授業設計および実践を行った。授業ではクマムシの乾眠や極限環境での耐性について説明すると、生徒はその興味深い生態に強い関心

を示し、「自分で見つけたい」「顕微鏡で見てみたい」との発言が多く出された。また、顕微鏡下でピンセットやスポイトを用いて小さな生き物を探し取り出す作業は細やかで集中力を要するが、途中で諦める生徒はなく、採取できるまで取り組んでいた。授業後に参観者から、クマムシを探し出せた時やスポイトで吸い取ることができた時など、生徒が達成感を感じるようすがみられたとの意見が出された。

本授業では1台の双眼実体顕微鏡を生徒2人で使用したが、生徒は観察を交代するたびに自主的に自分の眼に合わせて眼幅調整と視度調整を行っていた。これは試料を両眼で立体視するために必要不可欠な操作であるが、指導者は生徒の覗いている像を確認しなくても、行動観察から双眼実体顕微鏡の使い方を理解していることが推察できることは指導上の利点でもある。また、スポイトでの操作を加えたことにより、正立像、作動距離の大きさ、立体視という双眼実体顕微鏡の特性を体験的に気付かせることができた。

以上の結果から、クマムシは生徒の学習意欲を高める優れた観察材料であり、双眼実体顕微鏡の操作方法の習得に有効な生物教材でもあると言えるだろう。

授業では、クマムシを探し出す際に他の生物を見つけた生徒もいた。コケの中にはクマムシ以外にも低倍率でも観察可能な微小な生物が多く生息しており、特にヒルガタワムシや線虫類は出現率が高い⁶⁾⁸⁾。観察前にクマムシ以外の生物についても写真などの資料を用いて説明する必要性を感じた。また、本授業では行

わなかったが、昆虫との外部形態の違いや、乾眠や吸水過程の観察など、さらに課題を加えることによりクマムシについての知識を深めることもできるだろう。

【参考資料・文献】

- 1) 文部科学省 (2017)、中学校学習指導要領、
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/06/21/1384661_5.pdf (参照日 2017.11.10)
- 2) 文部科学省 (2008)、中学校学習指導要領解説 理科編、大日本図書、152 pp.
- 3) 日本理科教育振興会 (2017)、平成 29 年度「理科教育設備整備に関する充足調査」結果について、
<http://www.japsee.or.jp/activity/consignment/h29rika-jusokur> (参照日 2017.11.10)
- 4) 宇津木和夫 (1996)、日本の陸産クマムシ類の研究Ⅱ. 市街地のクマムシ総覧、自然環境科学研究、No.9: pp.33-46.
- 5) 宇津木和夫 (2015)、日本産土壌動物 分類のための図解 検索 第二版、青木淳一編著、東海大学出版会、第二版、pp. xv-xvi, 79-96.
- 6) 堀川大樹 (2017)、クマムシ博士のクマムシへんてこ最強伝説、日経ナショナルジオグラフィック社、188pp.
- 7) 鈴木忠 (2006)、クマムシ?! 小さな怪物、岩波書店、112pp.
- 8) 藤田裕介、坂東忠司 (2010)、コケ群落中に見られる小さな生き物、フォーラム理科教育、No.11, pp.73-76.
- 9) 原田里美 (2009)、クマムシ 不死身伝説の真相に迫る、大阪と科学教育、No.23, pp.17-24.

資料 1

時間	学習内容	指導上の留意点	備考
導入	本時の学習の流れの確認	学習の流れの確認を行う	
5 分	本時のめあての確認	本時のめあてを確認する	
	めあて 最強の生物である「クマムシ」を顕微鏡で観察する		
展開 1	双眼実体顕微鏡の説明を聞く ・ピントの合わせ方 ・眼幅調整 ・視度調整 ・実視野 双眼実体顕微鏡（20 倍）で身近な物を観察する ・消しゴム、教科書、鉛筆など	教師が自ら実演する（5 分） 説明で挙げた特徴を確認させながら練習を行う（5 分） 必ず全員が 1 度は使えるように配慮することを指示する	
展開 2	クマムシの説明 ・微小な生物であること ・なぜ最強なのか（乾眠について） ワークシート配布 観察手順の説明 ・シャーレごと観察する ・見つけたらスポイトで水ごと吸い取る ・スライドガラスにのせ、生物顕微鏡で 40 倍、100 倍の順に観察する ・カバーガラス不要 ・時間が余っていればスケッチを行う	視覚教材を用いて、できる限り興味を引くように説明する ワークシートに必要事項を記入させる 観察手順の説明を実演しながら行う クマムシがどのように見えるか示すため、実際にスクリーンに映し出す カバーガラスを使わないため、400 倍にするとレンズに水滴がついてしまうので 400 倍では観察しないように注意する	
まとめ	片付けの指示を出す		評価方法
10 分	ワークシートの振り返りに記入する	双眼実体顕微鏡の使い方を理解し、クマムシを観察できたか確認するため、ワークシートに記入させる	ワークシート・目視 【技能】

ワークシート

1 年理科

特別授業

日付 ()

和歌山大学教職大学院紀要「学校教育実践研究」2017

スケッチ

顕微鏡の倍率 () 倍

観察

「最強の生物『クマムシ』を観察する」

《課題》

① 双眼実体顕微鏡を正しく扱う

② クマムシを双眼実体顕微鏡（20倍）で探しだす

③ クマムシを生物顕微鏡（40倍、100倍）で観察する

《準備物》

ギンゴケ、双眼実体顕微鏡、顕微鏡、スポイト、シャーレ、ピーカー

ピンセット、スライドガラス

《方法》

1．シャーレに入った水を双眼実体顕微鏡で観察し、クマムシを探す

2．見つけたらスポイトで水ごとクマムシを取り、スライドガラスの上に落とす

3．生物顕微鏡の倍率を40倍にし、クマムシを探す

4．倍率を100倍にし、クマムシを観察する

5．時間があればスケッチを行う

注意

顕微鏡のライトをつけっぱなしで放置しないこと

※双眼実体顕微鏡の使い方（P. 19を参考に）

《感想》

課題は達成できたか？気づいたことは？スポイトで取り出す操作はうまくいったか？

など自由にたくさん書きましょう。

《振り返り》

○で囲みましょう

・双眼実体顕微鏡を正しい手順で扱えたか？（扱えた 扱えなかった）

・クマムシを探しだせたか？（探せた 見つからなかった）

・生物顕微鏡で観察できたか？（観察できた 観察できなかった）

1 年 組 番 名前